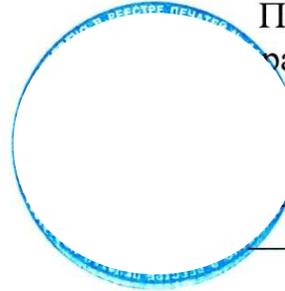


**ВТИ**ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
"ВСЕРОССИЙСКИЙ ДВАЖДЫ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ"
(ОАО "ВТИ")ISO 9001:2008 № 31100003QM08
ISO 14001:2004 № 2016/71605.1 OHSAS 18001:2007 № 2016/71606.1
ИНН 7725054856, КПП 772501001, ОГРН 1027700158485
15 ноября 2016г № 07- 78
На № _____ от « ____ » _____ 2016 г.Российская Федерация, 115280,
г. Москва, ул. Автозаводская, д. 14
Телефон: (495) 234-76-17; 234-76-30
Факс: (495) 234-74-27; 679-59-24
E-mail: vti@vti.ru, <http://www.vti.ru>**УТВЕРЖДАЮ**Первый заместитель
Генерального директора,
исполнительный руководитель
ОАО «ВТИ», д.т.н.
А.Г. Тумановский
_____ 2016 г.

МП

ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертационную работу**«Совершенствование систем управления газотурбинными установками энергоблоков при изменяющихся режимных и климатических факторах»****Муравьева Игоря Константиновича,****представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.06 - «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (по отраслям: промышленность)»**

Актуальность. Парогазовые установки (ПГУ) - наиболее перспективный вид энергетического оборудования. В настоящее время именно они замещают устаревшее паросиловое оборудование, обеспечивая более экономичную выработку мощности и надежную работу энергосистемы России. Особенностью ПГУ является их существенная зависимость от параметров окружающей среды. Температура и давление наружного воздуха определяют выработку мощности, эффективность и надежность работы установки. При этом, учитывая, что в состав ПГУ входят, как минимум, две турбины (паровая и газовая), принцип действия которых отличается принципиально, задача оптимального управления ПГУ, особенно с учетом различных режимных и климатических факторов, достаточно важна и актуальна.

В связи с этим, диссертационная работа «Совершенствование систем управления газотурбинными установками энергоблоков при изменяющихся режимных и климатических факторах» Муравьева И.К., посвященная вопросам совершенствования и оптимизации систем автоматического управления мощностью ПГУ, является своевременной и актуальной.

Краткий анализ содержания диссертации

Работа состоит из введения, пяти основных глав, заключения и пяти приложений. Диссертация включает в себя 59 рисунков и 12 таблиц. Объем работы составляет 148 страниц основного текста и 48 страниц приложений, список литературы содержит 155 наименований.

Во введении диссертационной работы определены цели и задачи исследования.

В первой главе приведен обзор научно-технической и нормативной литературы по теме диссертации, отмечены особенности эксплуатации парогазовых установок.

Во второй главе представлена методика термодинамического анализа ПГУ и ее элементов, выполнен термодинамический анализ котла-утилизатора и ГТУ с использованием понятия «фактическая работа». Кроме того, в данной главе представлен обобщенный сигнальный граф ПГУ и предложена методика его построения.

В третьей главе предложена методика построения многовариантной имитационной модели и представлены результаты разработки обобщенной математической модели ПГУ, представляющей собой полимодельный комплекс. Полученная модель включает в себя модели ГТУ, котла-утилизатора, паровой турбины с учетом инерционности ротора и статора и элементов системы прогрева турбины.

В четвертой главе разработана методика настройки полимодельного комплекса ПГУ при изменяющихся внешних условиях. Кроме того, в данной главе разработана методика оценки меры адекватности нелинейных математических моделей с использованием реальных данных (из архива АСУТП) в широком диапазоне нагрузок и при изменяющихся внешних климатических факторах.

В пятой главе выполнено обобщение и анализ полученных результатов исследований, разработан способ управления и структурная схема системы управления мощностью ГТУ при изменяющихся внешних климатических и режимных условиях путем стабилизации массового расхода воздуха на заданном уровне с коррекцией теплового потока за ГТУ. Предложена методика настройки системы.

В заключении сформулированы и обобщены результаты исследования.

Достоверность полученных в работе результатов обеспечивается использованием апробированных методов математического моделирования, теории автоматического регулирования, планирования и проведения вычислительных экспериментов, а также сопоставлением полученных результатов с данными экспериментов и промышленной эксплуатации.

Научная новизна работы

1. Предложена структура и дано обоснование вектора управляемых координат переопределенного объекта управления на примере элементов ПГУ с использованием методов термодинамического анализа;

2. Разработан способ управления и структурная схема системы управления мощностью ГТУ при изменяющихся внешних климатических и режимных условиях путем стабилизации массового расхода воздуха на заданном уровне с коррекцией теплового потока за ГТУ. Предложена методика настройки системы;
3. Предложена всережимная математическая модель ПГУ в виде полимодельного комплекса с инвариантной и варьируемой частями, позволяющая исследовать влияние различных факторов на параметры ПГУ. При этом модульная структура модели позволяет использовать её не только для конкретного типа оборудования, рассмотренного в диссертации, но и, например, для котлов-утилизаторов с тремя барабанами или для энергетических котлов паросиловых газомазутных энергоблоков;
4. Разработана методика оценки меры адекватности нелинейных математических моделей с использованием реальных данных при изменяющихся факторах.

Практическая ценность и значимость результатов работы

1. Предложенная всережимная математическая модель ПГУ в виде полимодельного комплекса позволяет оптимизировать режимы работы оборудования и эксплуатационные характеристики органов управления и арматуры;
2. Выполнено исследование влияния параметров окружающей среды на управляемость ГТУ;
3. Предложены алгоритмические подходы для реализации функции информационной поддержки оперативного управления в режиме реального времени для основных технологических участков ПГУ при изменении параметров окружающей среды;
4. Основные разработки диссертации используются в учебном процессе кафедры «Системы управления» ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина».

По диссертационной работе имеются следующие замечания:

1. Реализация предложенного в диссертации способа управления ГТУ с опережающим воздействием на входные направляющие аппараты (ВНА) воздушного компрессора является достаточно сложной задачей, трудноосуществимой на практике. При этом на практике инерционность ВНА ГТУ существенно выше, чем инерционность топливного клапана ГТУ. Данное положение не учитывается в диссертации.
2. В работе не оценивается погрешность предложенного способа определения расхода воздуха, по всей вероятности, она будет больше существующих норм погрешностей для параметров, используемых в системах управления.
3. Степень влияния режимных и климатических факторов на эффективность работы ГТУ определяется регулировочным диапазоном и составом оборудования ПГУ, в которую входит ГТУ. Данный вопрос не рассмотрен в диссертации.

4. Некорректно утверждение, что разработанная система регулирования мощности подходит для любой газовой турбины. Необходимо указать конкретный класс газовых турбин и их особенности, для которых справедливы результаты проведенного исследования.
5. В тексте диссертации (гл. 1, разд.1.2) представлены ссылки на литературу, касающуюся только паросиловых установок, в основном пылеугольных. Тема диссертации – парогазовые установки, поэтому использование ссылок на указанную литературу не совсем корректно.

Отмеченные замечания не снижают научной и практической значимости диссертации и могут быть учтены в дальнейших работах и исследованиях автора.

Заключение

Диссертационная работа «Совершенствование систем управления газотурбинными установками энергоблоков при изменяющихся режимных и климатических факторах» Муравьева Игоря Константиновича является законченной научно-квалификационной работой, выполненной на актуальную тему на достаточно высоком научно-техническом уровне.

Основные этапы работы, выводы и результаты представлены в 19 публикациях, четыре из которых – в научно-технических журналах, входящих в перечень ВАК. По теме диссертации оформлен один патент РФ.

Автореферат соответствует содержанию диссертации.

Содержание диссертации подтверждает её соответствие паспорту специальности 05.13.06 - «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (по отраслям)» как по части формулы специальности «Научные и технические исследования и разработки, модели и структурные решения человеко-машинных систем, предназначенных для автоматизации производства и интеллектуальной поддержки процессов управления», так и по критериям «Область исследования»:

- п. 3 «Методология построения автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУТП) и производством (АСУП)»,
- п.4 «Теоретические основы и методы математического моделирования технологических систем и комплексов, функциональных задач и объектов управления и их алгоритмизация»;
- п. 6 «Научные основы, модели и методы идентификации производственных процессов, комплексов и интегрированных систем управления»,
- п. 15 «Теоретические основы, методы и алгоритмы интеллектуализации решения прикладных задач при построении АСУ широкого назначения».

Диссертационная работа «Совершенствование систем управления газотурбинными установками энергоблоков при изменяющихся режимных и климатических факторах» И.К. Муравьева отвечает требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертационным

работам в соответствии с Положением о присуждении ученых степеней, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013г № 842, а её автор Муравьев Игорь Константинович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.06 «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (в промышленности)».

Диссертационная работа и отзыв на нее обсуждались 18 октября 2016 года на расширенном научно-техническом совете лаборатории автоматизации тепломеханического оборудования ТЭС ОАО «ВТИ» (Протокол НТС ЛАО № 5 от 18.10.2016г).

Отзыв подготовлен с непосредственным участием кандидата технических наук, директора по научной работе ОАО «ВТИ», заведующей лабораторией автоматизации тепломеханического оборудования ТЭС ОАО «ВТИ» Н.В. Зорченко.

Кандидат технических наук, научный сотрудник,
Директор по научной работе,
Заведующая лабораторией автоматизации
тепломеханического оборудования ТЭС ОАО «ВТИ»



Зорченко Наталья Викторовна

11 ноября 2016 года

эл. почта: vti@vti.ru, ods@vti.ru

тел.: (495) 234-76-17, (495) 675-37-45;

т.ф. (495) 675-40-83

115280, г. Москва, ул. Автозаводская, д.14, ОАО «ВТИ»

тел.: (495) 234-76-17, (495) 675-37-45;

сайт: <http://www.vti.ru>